VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НАСТАВЛЕНИЯ ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

VI

Р. Ф. ГЕККЕР

НАСТАВЛЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПАЛЕОЭКОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА—1954

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

НАСТАВЛЕНИЯ ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ ИСКОПАЕМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

VI

Р. Ф. ГЕККЕР

НАСТАВЛЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПАЛЕОЭКОЛОГИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА—1954

Ответственный редактор
Е. А. ИВАНОВА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разностороннее и глубокое изучение остатков организмов геологического прошлого включает, помимо многого другого, также и палеоэкологические исследования.

Подобно тому, как экология занимается изучением взаимоотношений современных организмов (животных и растений) со средой их обитания, — палеоэкология ставит себе те же задачи по отношению к миру вымерших организмов. Палеонтолог-эколог должен стремиться возможно более полно вскрыть эти взаимоотношения.

Палеоэкология представляет часть общей биологической науки. Она имеет первостепенное значение для теории биологии — для эволюционного учения,— так как проблема эволюции органического мира является в значительной мере проблемой экологической (именно: палеоэкологической); вопросы происхождения адаптаций (приспособлений) входят в эту проблему.

Основным в разработке проблемы эволюции органического мира является глубокое понимание процесса формообразования, идущего под влиянием внешних и внутренних факторов. Познание внешних факторов в геологическом прошлом, то есть среды и условий жизни ископаемых организмов и их влияния на последних, является одной из задач палеоэкологии; для решения этой задачи палеонтолог прибегает к помощи дисциплин геологического цикла — геологии и литологии.

Разрешению важнейших биологических вопросов палеонтологи уделяли пока недостаточно внимания. Большинство палеонтологических работ были описательными, чисто морфологическими, систематическими. Однако и систематика ископаемых организмов, устанавливаемая без учета их экологии, может оказаться — и на самом деле часто оказывается — искусственной, формальной систематикой, а не систематикой естественной, отвечающей действительным родственным связям между отдельными формами. По тем же причинам, при пренебрежении экологией, неверными могут оказаться выводы относитель-

но хода эволюционного процесса — вследствие неправильно построенных филогенетических рядов: в один генетический ряд могут быть поставлены формы не родственные, а лишь существовавшие в сходных условиях и поэтому развившиеся конвергентно. Или же, наоборот, искусственно могут быть удалены друг от друга формы на основании каких-нибудь признаков, которые систематику-неэкологу покажутся важными (на самом же деле эти черты строения могли сильно меняться при изменявшихся условиях жизни). Такие ошибки недопустимы; их можно избежать лишь путем выявления приспособительного значения отдельных признаков.

То же мы можем сказать и по вопросу об использовании ископаемых организмов для стратиграфии. Дело в том, что, вследствие пренебрежения некоторыми основными положениями экологии, за синхроничные фауны и флоры зачастую принимались разновозрастные гомофациальные фауны и флоры, составленные сходными сообществами и формами, в то время как гетерофациальным одновременным фаунам и флорам, не содержащим общих видов, приписывался различный геологический возраст. Опыт показал также, что при особенно детальном стратиграфическом расчленении толщ и при послойной корреляции разрезов решающими могут явиться данные палеоэкологии (а также биостратономии).

Биологическая сущность ископаемых организмов раскрывает перед исследователем также и другие, еще мало изученные и мало использованные возможности. Дело в том, что экологический подход к ископаемым фаунам и флорам, вскрывая их зависимость от условий среды обитания, их приспособленность к ним, а также то влияние, которое организмы оказывали на эту среду, — позволяет рассматривать окаменелые остатки организмов не только как представителей определенных систематических групп и показателей геологического времени, но также видеть в них участников создания среды, в которой отлагались те или иные осадки, имеющие сейчас для человека практическое значение.

Часто изучение одних только ископаемых осадков не дает достаточно ясной картины их генезиса; в таких случаях экологический анализ заключенной в них фауны и флоры может пролить свет на условия образования осадочной толщи. Как при определении возраста отложений биологические объекты дают значительно более точные указания на геологическое время, чем осадки, так и в данном случае они могут быть более точными показателями среды обитания и, вместе с тем, и среды осадкообразования.

Таким образом, мы можем рассматривать ископаемые животные и растения как показатели (индикаторы) определен-

ных условий жизни и, вместе с тем, определенных условий отложения осадков. Полученными данными мы можем пользоваться при восстановлении среды жизни и осадкообразования ради установления генезиса полезных ископаемых осадочного происхождения. Генетическая же характеристика месторождений безусловно необходима для правильного и полного их понимания в целях направления их поисков, разведки и эксплуатации. Следовательно, в этом деле одинаковые роли принадлежат методу литологическому и методу палеоэкологическому.

Отложения морей и суши геологического прошлого на территории Советского Союза представляют непочатый край для палеоэкологических исследований, только начатых и в полной мере не развернутых. Перед нами огромное, почти необъятное поле деятельности с интереснейшим материалом и самыми заманчивыми перспективами для выводов теоретического и практического порядка.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ

Организм составляет единство с условиями его жизни. Поэтому исследования, направленные на разрешение вопросов палеоэкологии — образа, условий жизни ископаемых организмов и их взаимоотношений со средою обитания — должны вестись на материале, сохранившемся до нас в виде окаменелых остатков организмов и заключающей их горной породы.

Первоочередными задачами здесь являются: 1) выяснение образа жизни вымерших животных и растений ради возможно более полного и глубокого понимания их самих и выяснения того влияния, которое они могли оказывать на других животных и на другие растения или на неорганическую среду, и 2) восстановление условий, при которых протекала жизнь тех или иных форм или целых сообществ и которые вообще определяли возможность существования и развития ископаемых организмов.

Образ жизни и условия обитания взаимосвязаны. При исследованиях необходимо добиваться ответов на оба эти вопроса, а не довольствоваться ответом только на один из них.

Судить об *образе жизни вымерших организмов* позволяет преимущественно анализ их строения, отражающего их деятельность; познание среды обитания при этом лишь дополняет выводы функционально-морфологического анализа. *Условия обитания вымерших организмов* также выясняются, хотя и в недостаточной степени, из их строения. Для проникновения в детали условий жизни

древних организмов необходимо проводить также анализ среды их обитания по вещественным документам и косвенным признакам, которые она нам оставила.

Помимо вопросов об образе, условиях жизни и фациальной приуроченности отдельных ископаемых форм, групп родственных форм, биоценозов и т. д., перед исследователем должны стоять следующие, связанные с ними вопросы, специально палеоэкологического или более общего палеонтологического характера (требующего для своей разработки участия палеоэколога).

Это вопросы: а) о конкретных взаимоотношениях между отдельными организмами и о формах их сожительства; б) о границах горизонтального распространения отдельных форм (определение ареала обитания); в) о густоте или разреженности поселений; г) о борьбе за существование, о естественном отборе и его творческой роли; д) об изменчивости форм и ее зависимости от факторов внешней среды; е) об элиминации (выпадении) одних форм при пагубном влиянии на них изменений среды и о выживании при тех же условиях и изменениях других форм; ж) о зависимости формообразования от факторов внешней среды и ее изменений; з) о темпах видообразования и их отношении к темпам изменений среды; и) о направленности формообразования в отдельных генетических ветвях и об изменениях в направлении эволюции в них в связи с изменениями в направлении изменений условий жизни; к) о конвергенциях в строении организмов, обитавших в сходных экологических условиях, и о коррелятивных изменениях в их строении; л) о миграциях организмов, их причинах, темпах и последствиях. Разработка перечисленных вопросов приведет исследователя к установлению различных частных и общих экологических закономерностей развития органического мира.

Палеоэкологу при его работе необходимо различать место обитания ископаемого организма, место его смерти и место погребения. Эти места могут совпадать между собой, но очень часто они различны. Пласт, заключающий захороненные в нем органические остатки, во всяком случае являлся местом их погребения, но необходимо еще доказать, образовался ли он там, где данные организмы жили, или же на месте их смерти.

Среда слагается как из абиотических (неорганических, физических и химических), так и из биотических (органических, биологических) факторов (компонентов). Следы воздействия как тех, так и других дошли до нас из далекого геологического прошлого лишь частично, и, используя эти отрывочные и неполные свидетельства неорганической и органической жизни прошлого, нам необходимо воссоздать

ее картину в возможно полном виде. Факторы обеих категорий теснейшим образом связаны между собой, представляют части одного целого — среды и жизни, — вследствие чего изучение одних факторов помогает понять другие; факторы абиотические не могут быть до конца поняты без изучения факторов биотических, и наоборот.

К биотическим компонентам и факторам среды обитания относятся организмы при их жизни и их влияние на окружающую среду как органическую, так и неорганическую.

Абиотическими компонентами среды обитания являются как факторы, обусловливающие и составляющие физический и химический режим данного местообитания (осадок на дне моря, соленость и температура воды и т. д.), так и твердые образования мертвых организмов, входящие в состав осадка уже как минеральная его часть. К особой группе могут быть отнесены выделения организмов (например, копролиты) и продукты разложения их мягких тканей.

Выяснение принадлежности остатков вымерших организмов в момент образования пласта к одной или к другой из указанных групп требует тщательного анализа того, какие организмы, встреченные в пласте, были уже мертвы и являлись уже принадлежностью пласта, когда другая часть их, впоследствии также захороненная, была еще живой и составляла население этого участка. Необходимо также распознавать, имеем ли мы дело с остатками прижизненного сообщества организмов, т. е. с ископаемым биоценозом или палеобиоценозом (палеоценозом), или же со скоплением остатков организмов, только совместно погребенных, т. е. с ископаемым танатоценозом.

Биоценоз — это население ограниченного участка среды жизни, сформировавшееся в процессе борьбы за существование между его компонентами на протяжении геологической и современной истории их жизни, вследствие чего выработались определенные взаимоотношения, структура и количественные соотношения между отдельными членами этого населения. Биоценозы, естественно, не остаются неизменными: они меняются в зависимости от больших или меньших изменений внешней среды.

Биотопом называется ограниченный участок среды жизни, характеризующийся определенными физическими и химическими особенностями, обусловливающими возможность существования на этом участке определенного биоценоза. Таким образом, биотопом называется место обитания биоценоза.

В связи с колебаниями факторов среды, характеризующих биотоп, биоценоз распадается на ассоциации видов, занимающие различные части биотопа и характеризующиеся различным количественным соотношением видов. Виды могут

быть преобладающими (количество особей вида превышает 50% всех прочих), характерными (количество особей вида превышает 10%) и случайными (менее 10% или единичные экземпляры).

В биоценозе отдельные виды животных и растений занимают различные экологические ниши: так как пища различных организмов, обитающих на каком-нибудь участке морского дна, различна — одни организмы зарываются, другие прикрепляются, третьи свободно лежат, четвертые передвигаются и т. д. — соответственно различны особенности их размножения, приспособления к защите от врагов или от губительных абиотических факторов и т. д. Вследствие этого население единого биоценоза может быть представлено весьма различными адаптивными (приспособительными) типами, или жизненными формами; однако особенность данного биотопа (степень подвижности воды, глубина, характер осадка и др.) обыкновенно накладывает также характерный общий отпечаток («печать среды») на членов единого биоценоза.

Таким образом, члены биоценоза несут на себе общие черты не вследствие родства, а вследствие приспособления к общим для них жизненным условиям.

Необходимо стремиться установить, имеем ли мы действительно дело с ископаемым биоценозом в чистом виде, т. е. без примеси членов другого биоценоза или других биоценозов; в случае, если присутствует смесь форм, следует выяснить, элементы скольких биоценозов входят в изучаемое ископаемое скопление форм; далее, палеоэкологу необходимо установить, захоронены ли все остатки организмов вне биотопов этих биоценозов или в пределах места обитания одного из них. Такой анализ скоплений ископаемых остатков совершенно необходим, так как без него легко принять за совместно обитавшие организмы такие, которые были только совместно захоронены. Не всегда легко бывает выяснить, принадлежали ли встреченные совместно остатки организмов членам единого ископаемого биоценоза. В случае неясности рекомендуется употреблять общий термин «комплекс форм».

Понятие и термин танатоценоз были введены для отличения от биоценозов, т. е. сообществ живых организмов, «сообществ мертвых», подчиняющихся иным закономерностям. Первоначально термином танатоценоз палеонтологи обозначали всякие скопления ископаемых остатков организмов, не образовывавших при жизни единого биоценоза. Однако впоследствии под танатоценозом некоторые исследователи стали понимать более узко только скопления трупов до их захоронения (сообщества трупов); другие исследователи еще более сузили понятие танатоценоза и обозначили этим словом скоп-

ления трупов только тех организмов, которые погибли одновременно и от какой-нибудь общей причины. Вместе с тем был введен термин т а ф о ц е н о з для обозначения остатков организмов, нашедших общую могилу и совместно захороненных (сообщество погребения).

Из изложенного видно, что для того, чтобы палеонтолог мог возможно более точно разобраться в вопросах жизни ископаемых организмов, он должен также вникать в вопросы причин и условий их гибели. Вместе с тем он должен также быть знаком с процессами, происходящими в различных условиях с трупами животных и остатками растений и завершающимися окаменением (фоссилизацией) органических остатков.

Сравнительно недавно начали обращать внимание на особенности захоронения ископаемых остатков и началась разработка новой области знаний, получившей название б и о с т р а т о н о м и и. Задачей биостратономии является выяснение закономерностей пространственного расположения остатков организмов в породе и по отношению друг к другу.

В дальнейшем вопросы захоронения значительно шире и глубже разработал И. А. Ефремов (1950), обосновавший новую отрасль знаний — т а ф о н о м и ю, представляющую учение о закономерностях захоронения и образования местонахождений ископаемых остатков животных и растений; биостратономия представляет часть тафономии.

Многие факторы среды жизни, как то: глубина, температура и подвижность воды в каком-нибудь бассейне, легко определяемые гидробиологом при его работах над современным миром организмов, не могут быть непосредственно наблюдены и измерены палеоэкологом. Вследствие этого ему приходится эти факторы выяснять для ископаемых бассейнов косвенным путем. По этой причине в работе палеоэколога особенно плодотворным является метод возможно более широко поставленного с р а в н и т е л ь н о г о а н а л и з а фаун, флор, биоценозов, танатоценозов и заключающих их осадков и толщ. Этот анализ прежде всего должен охватить организмы, одновременно существовавшие, но обитавшие в разных условиях; но необходимо также вести сравнение с биоценозами, отдельными формами и цельными фаунами и флорами различного геологического возраста, включая современную эпоху.

Чем сравнительного материала будет больше, в частности, чем больше будет число изученных разрезов отложений какого-нибудь ископаемого бассейна, откуда происходит изучаемая фауна и флора и которые можно сравнивать между собой, тем более определенны и значительны будут выводы.

Очень важным критерием для решения палеоэкологических вопросов является знакомство с экологией нынеживущих организмов, родственных ископаемым. Однако непосредственное перенесение наблюдений над современными формами на родственные им вымершие формы неприемлемо, так как условия обитания тех и других могли быть различны; то же необходимо сказать и об образе их жизни. В случае полного вымирания группы можно сравнивать ископаемые формы с современными, им не родственными, но конвергентно построенными вследствие обитания в сходных условиях и вследствие сходного образа жизни.

Большую важность представляет также знакомство с данными биогеографии (зоогеографии и фитогеографии), так как соответствующие разделы в области палеонтологии еще очень мало разработаны.

При восстановлении условий жизни отдельных форм, групп организмов и биоценозов палеоэкологу необходимо выяснить не только те условия, в которых они обычно встречались, но и крайние пределы этих условий, вне которых их жизнь была невозможна, т. е. необходимо стремиться к полному «оконтуриванию» возможностей изучаемых объектов в отношении факторов их обитания. Для этих целей необходимо изучать или учитывать не только те пласты, в которых встречаются интересующие нас формы, комплексы форм и биоценозы, но и чередующиеся с ними пласты, а также другие разрезы, не содержащие их остатков, но охарактеризованные другими формами или биоценозами, либо совершенно немые. В результате таким образом поставленных исследований мы должны выявить для каждой формы наиболее и наименее благоприятные условия для ее существования, а также условия, непригодные для ее жизни.

Так как возможность существования организмов зависит от целого ряда различных факторов (температура, глубина, характер грунта и др.), необходимо стремиться к установлению в отдельности каждого фактора (с его количественной характеристикой), влиявшего на данную форму и на возможность ее распространения.

Собственно палеоэкологический анализ, т. е. анализ самих ископаемых форм, без использования актуалистического метода, мыслим вообще по трем направлениям, в виде: 1) сравнительного анализа биоценозов, отдельных форм и систематических групп организмов различных, но одновременных ископаемых фаций; 2) сравнительного анализа биоценозов, отдельных форм и групп организмов одних и тех же или близких, но разновременных фаций; 3) сравнительного анализа экологии какой-нибудь группы (возможно также и биоце-

ноза) при изменении условий ее жизни в геологическом времени.

Из сказанного вытекает недостаточность при проведении палеоэкологических исследований изучения палеонтологического материала из одного какого-нибудь местонахождения, места и слоя. Необходимо привлекать для сравнительного анализа биоценозы и формы, различные по времени, а также и по условиям их жизни. Другими словами, подобного рода работа требует распространения исследований на определенную толщу отложений прошлого и ее изучения как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Физические и химические компоненты и факторы среды обитания дошли до нас, главным образом, в виде осадка, превращенного в горную породу. Осадки геологического прошлого состоят из минеральных или органогенных отложений древних водоемов или суши. На поверхности этих отложений, в толще их или над ними протекала жизнь организмов.

При изучении ископаемых осадков, в целях освещения условий и образа жизни вымерших организмов и их биоценозов, требуется применение к ним литологического подхода. Здесь, как и при изучении органических компонентов ископаемых фаций, нельзя ограничиваться только описанием состава (морфологии) и установлением точного названия изучаемых объектов, но необходимо выяснить их происхождение и охарактеризовать обстановку их возникновения, а также процесс изменения осадков после их отложения; эти изменения должны быть «сброшены со счетов» при воссоздании условий образования осадков. Палеоэкологические и литологические исследования должны итти рука об руку (комплексный палеоэколого-литологический метод исследований).

Основою для работ является геологический разрез, различно используемый геологами и палеонтологами и требующий при палеоэкологических исследованиях особенно тщательного и разностороннего специального изучения. Лишь на детально и разносторонне изученном разрезе можно основывать выводы палеоэкологического характера.

В структуре земной коры существуют участки различных типов: платформы и геосинклинали, предгорные прогибы, межгорные впадины, отличающиеся друг от друга степенью подвижности, типами осадков, темпами их отложения, мощностями и многим другим.

Все эти области, различные в структурно-геологическом отношении, требуют и допускают постановку палеоэкологических исследований, однако легкость проведения таких иссле-

дований и получение выводов, а также определенность последних для различных областей будут различны.

Условиями, благоприятными для проведения палеоэкологического анализа и освещения условий жизни ископаемых организмов, являются: а) хорошая обнаженность, позволяющая не сомневаться в правильной увязке разрезов отдельных обнажений и допускающая многочисленные полевые наблюдения и богатые сборы; б) хорошая сохранность фауны и флоры, легкость ее извлечения из породы, отсутствие метаморфизации; в) сравнительно небольшая мощность исследуемой толщи, позволяющая видеть в обнажениях отдельные горизонты полностью или составить их разрезы, без пробелов, по отдельным обнажениям; г) значительная горизонтальная протяженность толщи, позволяющая прослеживать фациальные переходы внутри стратиграфических единиц, по слоям; д) незначительность тектонических нарушений или их отсутствие, благодаря чему отложения могут быть изучены на большом протяжении и без пробелов.

Все перечисленные благоприятные условия характеризуют морские осадочные образования в платформенных условиях. Геосинклинальные области с их значительно большими мощностями осадочных образований, их частичной метаморфизацией и сильными тектоническими нарушениями представляют более трудные объекты для исследований.

Далее, наиболее благоприятны для палеоэкологического анализа толщи, состоящие из чередования слоев различного литологического состава и, в связи с этим, заключающие различные комплексы фауны и флоры (рис. 1). Такие толщи отражают сильную изменчивость условий осадкообразования и органической жизни и дают палеоэкологу значительно больше материала для суждения об образе и условиях жизни вымерших животных и растений, чем отложения, представленные однообразными осадками с однотипной фауной и флорой.

Толщи первого типа позволяют исследователю «оконтурить» жизненные возможности вымерших организмов и определить их фациальную приуроченность. И это тем более, что отложения такого типа не только отличаются сильными и, обычно, быстрыми фациальными изменениями в вертикальном разрезе; в них наблюдаются довольно быстрые фациальные изменения также и в пространстве, по протяжению слоев, которые позволяют проверить и уточнить выводы, сделанные при изучении вертикальных разрезов. Следует, однако, отметить, что в таких сильно изменчивых отложениях трудно собрать материал для изучения филогенетического развития организмов, так как вследствие быстрых и резких изменений среды обита-

ния организмы не могли длительно существовать на данном участке бассейна. Иначе обстояло в тех частях бассейна, где условия менялись не столь резко и быстро. Здесь отложения представлены более однообразными по составу толщами, заключающими остатки организмов, развивавшихся на месте в течение значительного отрезка времени. Поэтому такие толщи дают хороший материал для прослеживания развития отдельных, в особенности эврифациальных, групп организмов и для построения протяженных филогенетических линий и ветвей.

Наиболее плодотворными палеоэкологические исследования бывают тогда, когда они проводятся параллельно с литологическими исследованиями и охватывают население целых ископаемых бассейнов или крупных их частей на значительных отрезках геологического времени (желательно на протяжении всего времени существования бассейна). Получаемый при таких исследованиях огромный фактический материал открывает широкие возмож-

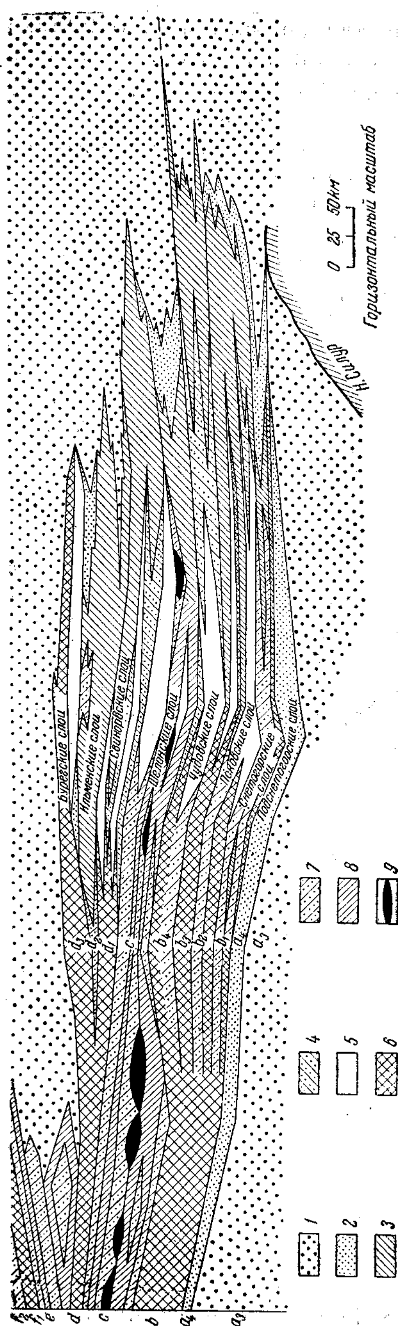


Рис. 1. Литолого-стратиграфический профиль через Главное девонское поле.

Условные обозначения: *1—5* те же, что на рис. 2; *6*— доломиты и доломитовые известняки; *7*— доломитовые мергели; *8*— доломитовые глины; *9*—гипс.

ности для сравнительного анализа и проверки палеоэкологических заключений, а также позволяет делать много выводов по вопросам эволюции органического мира, литогенеза, фаций, генезиса полезных ископаемых, палеогеографии, стратиграфии, тектоники и по другим вопросам, освещаемым с палеоэкологической стороны.

Таким образом поставленные исследования приводят также к выработке новых действенных методов работы и к устранению допускавшихся ранее ошибок.

Так, раньше при корреляции отдельных разрезов делались крупные ошибки, происходившие от игнорирования основных положений палеоэкологии: обязательной фациальной приуроченности фауны и флоры и их смены в вертикальном разрезе в случае изменений условий жизни на данном месте.

Экологические особенности пространственного размещения и смены комплексов форм и отдельных форм животных и растений прежде только затрудняли работу стратиграфов. Сейчас же, при учете основных экологических закономерностей, стратиграф может ими пользоваться в своей работе там, где обычный метод «руководящих форм» (в смысле определения геологического возраста слоев) или «руководящих комплексов форм» не может быть применен; это имеет место при коррелировании разнофациальных толщ. В таких случаях необходимо применять метод закономерной смены экологических комплексов форм и биоценозов (рис. 1 и 2).

В тех случаях, когда стратиграф занимается особенно дробной, послойной увязкой разрезов толщ, отвечающих небольшим отрезкам геологического времени, за которые видовой состав фауны и флоры существенно не менялся, он также должен будет перейти от метода руководящих форм и комплексов форм к палеоэкологическому и биостратономическому (тафономическому) методам. Палеоэкологический метод в таких случаях будет заключаться в учете прижизненных количественных соотношений представителей различных видов и их приуроченности к определенным частям слоев, в наблюдении различных следов животных и также их приуроченности к определенным частям слоев, в наблюдениях над прижизненной ориентировкой раковин, корневых образований растений и т. д. Биостратономический (тафономический) метод будет сводиться к учету вторичных, посмертных количественных соотношений остатков различных видов, к учету сохранности раковин, их посмертной ориентировки, скоплений и т. п. (рис. 3 и 5).

Перечисленные особенности выдерживаются в слоях на небольших расстояниях (в несколько километров) и могут, таким образом, служить прекрасными «руководящими признака-

ми» для послойной корреляции сравнительно недалеко друг от друга расположенных обнажений, в особенности обнажений разрезов, состоящих из частого чередования нескольких повторяющихся типов пород с повторяющимися комплексами форм.

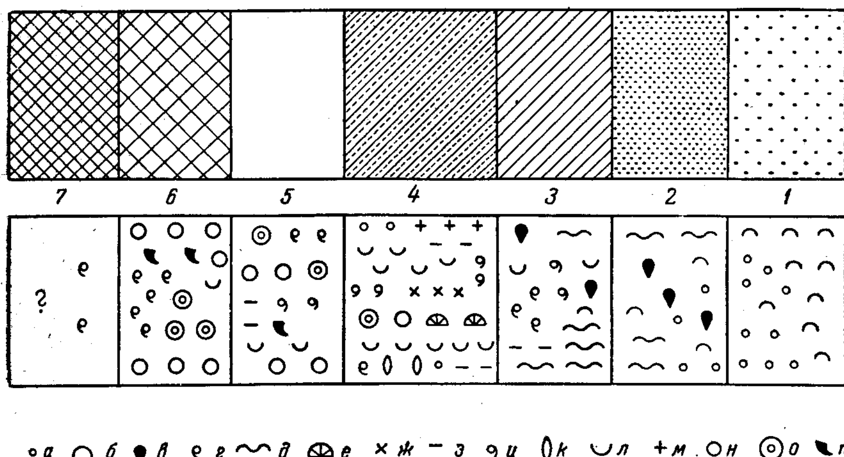


Рис. 2. Закономерная смена («гамма») пород и связанных с ними комплексов форм в морских отложениях верхнего девона Главного девонского поля в направлении с северо-северо-востока на юго-запад (от берега моря в глубь водоема и в сторону противоположного берега) (см. рис. 1).

Породы. *1*—красноцветные терригенные породы; *2*—белые кварцевые пески; *3*—глины; *4*—глинистые пески и мергели; *5*—чистые известняки; *6*—доломитовые известняки; *7*—доломиты. Фауна и флора. I. Обитатели пресных вод; *а*—трохилиски; *б*—рыбы красноцветной фации. II. Обитатели моря. А. Эвригалинные формы: *в*—лингулы; *г*—*Platyschisma*; *д*—черви (следы). Б. Стеногалинные формы: а) обитатели нормальносоленых вод: *е*—табуляты; *ж*—*Spirorbis*; *з*—пелециподы; *и* гастроподы (большинство) *к*—цефалоподы; *л*—замковые брахиоподы (большинство); *м*—иглокожие; б) обитатели вод нормальной и повышенной солености: *н*—синезеленые водоросли (*Girvannella — Pycnostroma*); *о*—строматопороидеи; *п* — ругозы.

Значительную помощь геологической теории и геологической практике палеоэкология и тафономия могут оказать при изучении фаций, условий отложения осадков и образования полезных ископаемых осадочного происхождения.

Наконец, данные палеоэкологии и тафономии помогают выявлению мелких колебательных движений земной коры, времени возникновения тектонических структур, а также определению элементов залегания слоев. Дело в том, что изменения животного и растительного мира отражают (и, тем самым, отмечают) изменения, происходившие в среде их жизни, а последние являлись, в конечном итоге, в значительной степени следствием перемещений, происходивших в земной коре. Наблюдая смену фауны и флоры в вертикальном разрезе, их

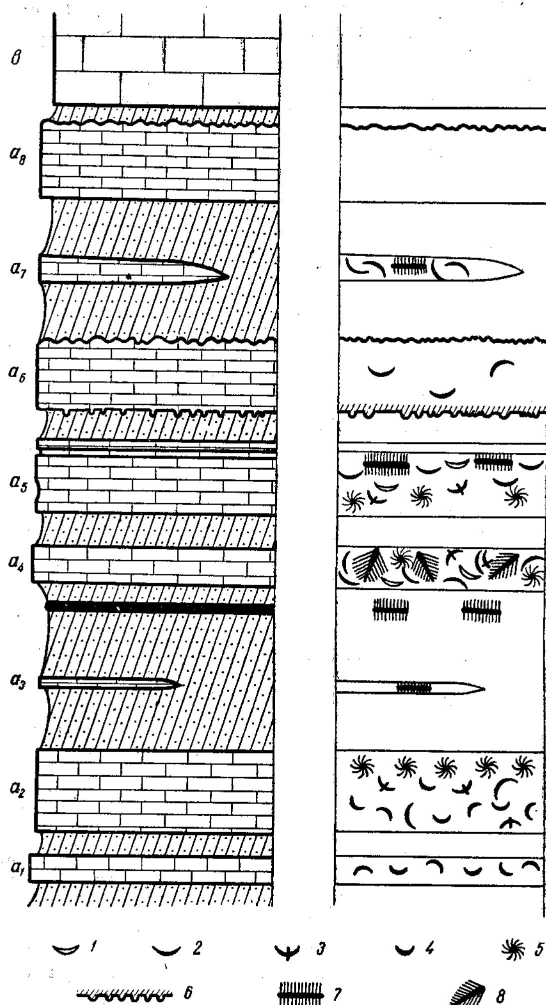


Рис. 3. Различная палеоэкологическая и биостратономическая характеристика отдельных слоев известняков (1—8) при сохранении видового состава фауны. Толща переслаивания «а» нижнего карбона на р. Мсте выше г. Боровичи.

1—раковины *Gigantoproductus* с обеими створками; *2*—то же, отдельные створки; *3*—*Productus semiplanus* Schwetz.; *4*—мелкие брахиоподы; *5*—ходы *Taonurus (Spirophyton)*; *6*—петлеобразные и мелкие простые ходы червей; *7*—горизонтальные стигмарии (сигиллярий?); *8*—вертикальные и косые стигмарии (каламитов?). Значки брахиопод одновременно показывают ориентировку раковин.

миграции в пространстве и во времени, можно видеть в них следствие тектонических процессов, происходивших на данном участке или в смежных областях. Эти тектонические процессы отражались на условиях существования мира организмов и, тем самым, на его составе и развитии — они «регистрировались» ими.

Было также выяснено при детальном изучении некоторых тектонических структур, что они «жили» длительное время и что прежде, чем окончательно сформироваться, они были выражены на дне морского бассейна в виде пологих поднятий. На вершине и на склонах таких поднятий обычно отлагались более грубозернистые осадки, за их пределами — более тонкозернистые. Соответственно на этих различных участках морского дна обитала в чем-то отличная фауна и флора и существовали различные обстановки для их захоронения. Таким образом, палеоэкологический анализ может выявить время проявления на данном месте тектонических движений.

Далее, закономерности ориентировки раковин (например, разрозненных створок раковин плеченогих или пластинчатожаберных моллюсков, ориентированных выпуклостью вверх), направление роста кораллов, строматопороидей, водорослей и др., следы ползания животных в виде желобков на верхней поверхности слоев и, соответственно, валиков на нижней поверхности, а также различные другие признаки точно отмечают лежачий и висячий бока слоев; а это необходимо знать в районах с сильными тектоническими нарушениями.

Таким образом, остатки ископаемых животных и растений имеют многостороннее индикаторное значение и могут служить не только для установления геологического возраста отложений.

ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Главный залог успеха лежит в возможно большей детальности и тщательности наблюдений. Палеоэкологические исследования требуют сугубо кропотливого подхода к предмету, являясь во многих случаях углубленным пересмотром, правда, под другим углом зрения, в общих чертах уже известных фактов. Для работы очень важно, чтобы палеоэколог ставил перед собою возможно больше вопросов, развивал и умножал их в поле и в поле же добивался их разрешения.

Так как основным методом работы в области палеоэкологии, как и во многих других областях знаний, должен быть метод сравнительного анализа, необходимо вести полевые наблюдения, постоянно сравнивая особенности одного пласта и его

фаунистического и флористического содержания с особенностями другого пласта, одной серии слоев — с другой (с непременной отметкой в записях их сходства и различий). При этом рекомендуется возвращение к исходным разрезам, после проработки других, для сравнительной их оценки и для прослеживания в исходном обнажении деталей, замеченных лишь в последующих.

Тесное переплетение вопросов палеоэкологии и литологии требует проведения одновременных наблюдений также по литологии.

Палеоэкологу необходимо учитывать групповой состав фауны и флоры, его разнообразие или однообразие, количественные соотношения представителей отдельных видов, присутствие тех или других экологических типов, нормальный или угнетенный рост особей, толщину скелетных образований и др. Эти данные помогают осветить среду жизни организмов и ее влияние на последних.

Одним из основных вопросов, к разрешению которых в поле должен стремиться палеоэколог, является вопрос о том, представляет ли найденное скопление окаменелостей прежний биоценоз или скопление форм, не связанных при жизни, т. е. танатоценоз. Для решения этого вопроса требуется: 1) знакомство с основными чертами экологии встреченных групп животных и растений и 2) оценка степени участия водной среды в создании данного скопления окаменелостей. Подвижная водная среда, унося трупы животных, раковины и другие скелетные образования из одного места и скапливая их в другом, а также сортируя их по дну бассейна, является главным фактором образования танатоценозов. Кроме разобщения и сортировки створок двустворчатых раковин, происходит закономерная ориентировка как их, так и других скелетных остатков. Она сводится к принятию выпукло-вогнутыми створками раковин наиболее устойчивого положения, а именно выпуклою стороною вверх; лишь в намывную полосу створки выносятся выпуклою стороною вниз и в таком положении здесь захороняются. Раковины другой формы (например, вытянутой) также подчиняются определенному ориентирующему воздействию подвижной воды: они ложатся параллельно друг другу.

Кроме указанной разрозненности или цельности двустворчатых раковин, что всегда подлежит регистрации, большое значение при оценке силы воздействия воды и автохтонности (прижизненности) или аллохтонности скоплений раковин имеет также и степень их свежести или окатанности, их цельность или фрагментарность; однако наблюдения над ныне живущими моллюсками показывают, что окатыванию могут подвергаться также и раковины живых моллюсков.

Следует также отметить, что смена чисто местных условий жизни и условий отложения осадков могла происходить, в особенности в мелких и неспокойных водах, очень быстро; ввиду этого наслоения, характеризующие эти различные условия, могут быть очень тонкими.

Первостепенное значение при палеоэкологическом анализе фаун и флор и установлении био- и танатоценозов имеет учет характера осадка. В тонкозернистом осадке, отложившемся в условиях малоподвижной воды, биоценозы имеют больше шансов сохраниться в нетронутом виде, чем в более грубозернистых осадках. Нередко мы здесь находим остатки организмов даже в неизмененном, прижизненном положении. Пример: равномускульные пелециподы, лингулы и естественные группы замковых плеченогих — в глинах, мергелях, тонкозернистых известняках и других породах некоторых горизонтов Главного девонского поля. С другой стороны, в таких условиях захоронялись раковины разновозрастных стадий донных беспозвоночных, и можно увидеть вместе как начальные стадии их развития, так и взрослые и старческие особи.

Однако и в условиях подвижной водной среды сохраняются многие компоненты биоценозов, а также отдельные стадии их развития. Связано это с наличием в подобных фациях твердого скального морского дна, галек или крупных раковин и, соответственно с этим, большого числа прираставших форм из представителей различных групп животных. Они не отпадали после смерти от субстрата и не уносились водою. Великолепные примеры представляют биоценозы абрадированного скального дна и галечников девонского моря Русской платформы, в состав которых входили прираставшие раковинами брахиоподы и пластинчатожаберные моллюски, кораллы аулопоры, ругозы, черви-трубкожилы, морские лилии и текоидеи.

Прирастающие и прикрепляющиеся формы представляют большой интерес также в том отношении, что, находя их совместно, одних на других, можно говорить не только о том, что данные формы в большинстве случаев принадлежали одному и тому же биоценозу, но и о более тесных их связях, о различных формах биоценотических отношений — мутуализме, комменсализме или паразитизме[1]. Такие интересные документы из жизни прошлого не представляют очень большой редкости. Они известны начиная с ордовика; их только необходимо искать. При анализе подобных находок, естественно, необходимо

[1] Мутуализм, или симбиоз, в узком смысле слова,— форма отношений между двумя организмами, выгодная обоим; комменсализм, или нахлебничество,— форма отношений между двумя организмами, при которой выгоду извлекает только один из них; паразитизм — форма отношений между двумя организмами, при котором один из них вредит другому.

в первую очередь убедиться в том, не представляют ли они случаи поселений одних организмов на скелетах других после их смерти.

То же самое необходимо иметь в виду при истолковании различного рода каналов в раковинах или других скелетах, чуждых их собственной структуре. Они могут либо представлять жилища симбионтов (комменсалистов), либо быть жилищами паразитов, либо являться сверлениями в раковинах живых беспозвоночных, не причинявшими им вреда.

Сверлящие организмы селились также в гальках и в скальном морском дне.

Сверления, каналы и норы — места обитания вымерших беспозвоночных животных и водорослей — являются документами древней жизни, коренным образом отличающимися от обычных окаменелостей, т. е. минерализованных твердых образований ископаемых животных и растений, обуглившихся тканей растений или отпечатков мягкого тела животных. Такие образования могут принадлежать животным, обладавшим скелетами, чаще же они принадлежат бесскелетным животным и некоторым водорослям. Они представляют следы их ползания на поверхности осадка или внутри его, места их поселений в рыхлом или твердом субстрате — норы, постройки и т. п. Окаменелости такого рода пользуются большим распространением в отложениях геологического прошлого; иногда, кроме них, других признаков жизни в осадочной толще не встречается. Бесскелетные организмы составляют и составляли раньше большой процент во многих биоценозах, а поэтому поиски и наблюдения в поле окаменелостей рассматриваемого типа совершенно необходимы для восстановления ископаемых биоценозов.

Ввиду того что природа таких окаменелостей долгое время оставалась непонятной, загадочной, они причислялись к группе проблематических образований — к «проблематикам»; многие из них долго неправильно рассматривались как отпечатки водорослей. В настоящее время, благодаря палеоэкологическому анализу этих окаменелостей, с широким использованием актуалистического метода, природа прежних «фукоидов», «хондритов», «ризокораллиумов», «корофиоидов», «спирофитонов (таонурусов)», «гельминтоидов», «ризолитов» и некоторых других трудно определимых образований расшифрована.[1] Однако, многие «проблематики» ожидают еще своей разгадки.

[1] «Фукоиды» и «хондриты» представляют разветвленные ходы грунтоедов, повидимому червей, в рыхлом осадке; «ризокораллиумы» и «спирофитоны (таонурусы)» — петлевидные, с объемлющим каналом, ходы грунтоедов, также, повидимому, червей, расположенные в виде плоской спирали; «корофиоиды» и «ризолиты» — карманообразные петлевидные или

Поэтому такие окаменелости требуют к себе особенно внимательного отношения, как в полевой обстановке, так и при дальнейшем изучении.

Отметим также, что пока в нашей стране еще очень редки находки следов ископаемых позвоночных животных, которые вообще легче поддаются изучению, чем следы ползания и другие следы жизни беспозвоночных. Были обнаружены следы ног верхнемеловых динозавров, а также миоценовых птиц, парнокопытных и хищных млекопитающих. Необходимы также дальнейшие поиски таких «следов жизни».

Глубокое изучение ископаемых остатков позволяет подмечать такие их особенности, которые раньше привлекали к себе мало внимания и систематически не изучались. В то же время разнообразные «проявления жизни» или «следы жизни» (в широком смысле) позволяют еще глубже проникнуть в органическую жизнь геологического прошлого и ее среду. К особенностям такого рода относятся: 1) болезненные явления и следы прижизненных механических повреждений (область палеопатологии) (примеры: сломанные и затем сросшиеся ростры белемнитов; раковины плеченогих с залеченными укусами хищников; сращенные разломы и болезненные разрастания костей у позвоночных); 2) явления из области размножения и начальных стадий развития (примеры: ископаемые рыбы с икрою; яйца динозавров и птиц; эмбрионы ихтиозавров в утробе взрослых экземпляров; брахиоподовая, аммонитовая, трилобитовая и другая молодь); 3) свидетельства из области питания и пищи (примеры: следы сверления раковин плеченогих и пластинчатожаберных моллюсков хищными брюхоногими моллюсками; заглоченная молодь ихтиозавров внутри крупных экземпляров ихтиозавров, гастролиты динозавров; остатки растений между зубами и в желудке трупов мамонтов и шерстистых носорогов; следы зубов хищников на костях; копролиты (экскременты) различных беспозвоночных и позвоночных животных; 4) следы линьки у членистоногих: трилобитов, остракод, высших ракообразных.

Проводя свои исследования, палеоэколог никогда не должен забывать, что многие компоненты древних фаун и флор не могли до нас дойти, так как не обладали твердыми или иными образованиями, которые могли сохраниться в окаменелом

простые норы десятиногих ракообразных и, быть может, других животных, расположенные вертикально или косо к поверхности слоев; «гельминтоиды» — петлевидные, с параллельными, касающимися друг друга петлями ходы, повидимому, оставленные червями на поверхности морского дна. Многие следы и ходы оставлены в осадке ползающими и зарывающимися моллюсками.

виде. Судить об этих исчезнувших организмах мы можем по различным следам их жизни — следам ползания, норам, сверлениям, экскрементам, скоплениям органического вещества и т. д. Точно так же мы можем расширить представление о составе населения того или иного ископаемого биотопа на основании общих соображений о том, чем питались организмы, оставившие после себя окаменевшие остатки. В редких случаях удается встретить отпечатки тела мягкотелых животных (например, медуз) или отпечатки мягкого тела животных, обладавших скелетом (белемниты из Зольнгофена, ихтиозавры из Гольцмадена), сохранившиеся в специфических условиях захоронения их остатков. Нет сомнения, что специальные поиски таких остатков умножат их число, так как «на ловца и зверь бежит».

СБОРЫ

На первом плане должны стоять поиски и сборы объектов специфического палеоэкологического, а также литологического значения. Массовые сборы окаменелостей, обычно только и рекомендовавшиеся в инструкциях по сбору палеонтологических остатков, не представляют первоочередной задачи для палеоэкологов, хотя они необходимы и для наших целей потому, что даже при весьма тщательных наблюдениях в поле могут быть упущены важные детали. С другой стороны, массовый материал требуется для подсчета тех или иных особенностей строения, сохранности, повреждений или случаев совместного нахождения различных форм. К тому же массовые сборы окаменелостей могут вестись не специально, а попутно, при поисках объектов, интересных в палеоэкологическом отношении; при этом они будут способствовать нахождению таких объектов.

Ввиду необходимости не только собрать палеонтологические остатки, но и установить их положение в разрезе — приуроченность к тем или другим слоям, к определенным частям этих слоев, их ориентировку и т. д.,— сборам окаменелостей должно предшествовать изучение разреза. После послойного просмотра и изучения обнажения, его замера, зарисовки и описания многие находки из осыпей могут быть приурочены более или менее точно к отдельным слоям или к отдельным пачкам слоев разреза, а также иногда и ориентированы в нем. Поэтому рекомендуем перед началом изучения обнажения произвести только осмотр осыпей и фауны (флоры) в обнажении, так как запасы окаменелостей, находящихся на поверхности, в особенности в стенке обнажения, не безграничны и «хищническое» изъятие их до ознакомления с разрезом приводит к лишению последующих послойных записей существенной части палеонтологической документации; точно так же окаме-

нелость, выхваченная из слоя без отметки ее ориентировки в нем, а также других особенностей, теряет значительную часть своей ценности.

На выбиваемых кусках породы или на самих окаменелостях следует отмечать положение их верха и низа (буквами «в» и «н») карандашом (не химическим). То же надлежит делать карандашом или острием зубила на литологических образцах. Нужно также отмечать повторяющуюся ориентировку удлиненных раковин относительно стран света в случаях, если такая наблюдается.

В поле необходимо отбирать наиболее характерные образцы (иногда и выветрелые, если при выветривании обнаруживаются важные детали) и при оббивке их молотком не безобразить их лицевой поверхности «болячками»; следует также предупредить истирание, царапание и поломку образцов во время переноски и перевозки.

Сборы окаменелостей должны сопровождаться количественной оценкой фауны (флоры), встреченной в слое и, в отдельности, встреченной на его поверхностях, а также подсчетами относительного количества отдельных форм и представителей отдельных групп организмов в составе этой фауны (флоры), с обязательной отметкой возрастных стадий, сохранности и др. Количественная характеристика в записях может производиться либо баллами, либо, что лучше, словами «много», «мало», «преобладает», «редко», «единично», или еще более дробно.

Сборы фауны и флоры нельзя ограничивать окаменелостями, разобщенными друг от друга. Дело в том, что для палеоэколога имеют большое значение окаменелости в породе, так как они показывают связь ископаемого организма с местом его обитания и характеризуют обстановку его захоронения; представляют также большой интерес группы окаменелостей (прижизненные и посмертные). Поэтому окаменелости должны быть собраны как отдельно, так, обязательно, и в окружении других окаменелостей и горной породы.

Особенный интерес представляют поверхности напластования слоев с отсортированными или закономерно ориентированными окаменелостями, наросшими формами, сверлениями или другими признаками воздействия организмов на морское дно или же с признаками факторов неорганической среды. Такие особенности могут быть лучше всего показаны не «форменными» образцами, а плитками «вольной» формы. Точно так же придача литологическим образцам вида, величины и формата, принятого для петрографических образцов, нежелательна: такие образцы становятся недостаточно убедительными и демонстративными.

Ввиду этого для характеристики ископаемых осадков, кроме образцов пород (с осколками для шлифов и анализов) не особенно большого формата (так как в музейную экспозицию они в большинстве случаев не пойдут), необходимо брать плитки естественной находимой величины и формы, обычно неправильной. Именно такие плитки значительных размеров, а также большие плиты и глыбы отразят более полно те особенности (например, участки «окаменевшего морского дна» с их населением и другие чем-либо замечательные поверхности слоев и т. д.), которые желательно иллюстрировать натурными образцами.

Палеонтологические объекты могут быть настолько крупными, что исследователь не будет иметь возможности их вывезти для помещения в музей. Примерами могут служить: на большой площади обнаженные слои со следами ног позвоночных животных, ископаемое скальное морское дно со сверлениями камнеточцев и приросшими организмами и т. п. Сюда же относятся богатые местонахождения ископаемых растений и животных или местонахождения каких-либо редких и в научном отношении особенно ценных форм. В таких случаях необходимо принимать меры к охране местонахождений и созданию защищаемых законодательным путем палеонтологических памятников и заповедников (см. В. А. Варсанофьева и Р. Ф. Геккер, 1951).

ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Применение различного рода графики необходимо в полевой и камеральной работе палеоэколога для наглядного изображения изучаемых объектов, которым дается описание, для воспроизведения того, что труднее было бы изложить словами, и для самых разнообразных схематических иллюстраций (профилей, карт, диаграмм и др.), синтезирующих изученный материал. Вообще к графическому методу, как во многих случаях более наглядному и точному по сравнению со словесным способом передачи наблюдений и мыслей, а в полевой обстановке — более быстрому, необходимо прибегать возможно шире; при этом описательную часть в поле можно сводить до минимума (иногда до нескольких слов, букв, стрелок и т. п., которыми снабжаются рисунки).

Наиболее распространенными в полевой практике палеоэколога являются рисунки-схемы и несхематические штриховые рисунки. Желательно внедрение в полевую практику также рисунков цветными карандашами и красками.

С х е м а т и ч е с к и е р и с у н к и обычно применяются для иллюстрирования разрезов. Они имеют вид либо колонок,

ограниченных прямыми линиями, либо, что более отвечает нашим целям, вид однобокой лестницы, которая отражает наблюдаемый в природе рельеф профиля обнажения, создаваемый чередованием более плотных слоев одного состава, выступающих в обнажении в виде карнизов, и более рыхлых слоев другого состава, образующих ниши (рис. 4). Колонкам при их вычерчивании также может быть придана некоторая рельефность,

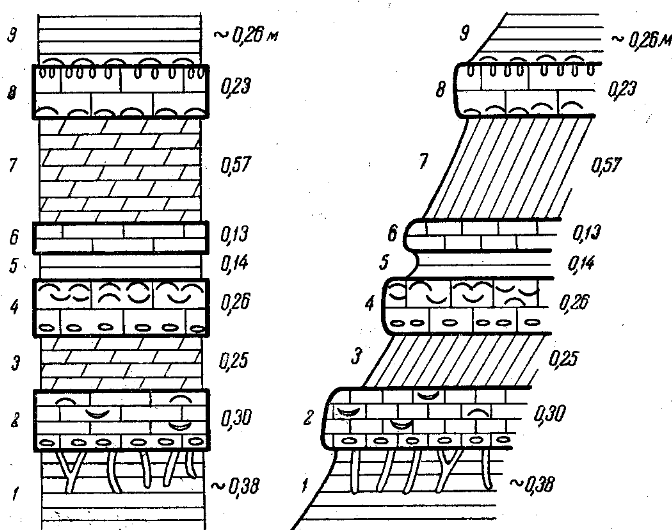


Рис. 4. Два различных способа схематического изображения разрезов.

если более плотные слои разреза обводить со всех сторон толстой линией. Условные обозначения для различных типов пород и для текстурных особенностей (косая слоистость, поверхности размыва и др.), выработанные автором или заимствованные из какой-нибудь инструкции, необходимо выдерживать во всех схемах однообразно. На разрезах должны быть также обозначены концентрация, ориентировка и сохранность окаменелостей в отдельных слоях или на их поверхностях, норы роющих животных, сверления камнеточцев и др. (см. также рис. 3). При описании обнажений рисунки желательно располагать в полевой книжке таким образом, чтобы сбоку оставалось достаточно места для помещения в строку с отдельными слоями, кроме их номера и мощности, также и послойного описания, указаний на фаунистическое (флористическое) содержание, частоту нахождения отдельных форм и пр. Для этого рисунок удобнее помещать на левой странице раскры-

той полевой книжки. Масштаб рисунка разреза должен быть таким, чтобы на нем нашли место все отмечаемые детали.

В целях приближения рисунков разрезов к натуре могут быть даны рисунки разрезов в более «вольной» манере. На них условные значки, обозначающие литологический состав отдельных слоев, не вычерчиваются при помощи линейки и угольника, — а в несколько схематизированном виде передают

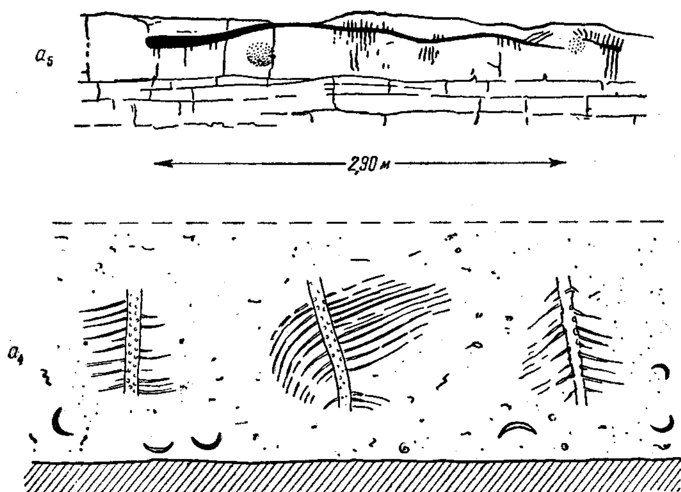


Рис. 5. Различно ориентированные створки *Gigantoproductus* и стигмарии в обнажениях (вертикальных стенках) двух слоев известняка (a_4 и a_5) разреза нижнего карбона на р. Мсте выше г. Боровичи; см. рис. 3. (Полевые зарисовки).

естественную отдельность и трещиноватость породы, распределение остатков фауны и флоры, а также другие особенности слоев.

Очень важной стороной полевой работы является изготовление р и с у н к о в (обыкновенных, несхематических) р а з л и ч н ы х д е т а л е й, изображающих расположение и ориентировку окаменелостей, особенности их захоронения, особенности строения слоев, образования на их поверхностях и т. п. (рис. 5 и 6). Рисунки должны быть снабжены указаниями на естественные размеры изображаемых объектов, а в случае одинаково ориентированных объектов (гребней ряби, удлиненных раковин моллюсков, растений и др.) — также на их ориентировку относительно стран света. Рисунки должны быть простыми, контурными, с нанесением, в случае выпуклых пред-

метов, теней штриховкой, с выделением всех важных особенностей изображаемых объектов и с опущением несущественного.

Необходимо также прибегать к штриховым рисункам обнаженных участков, отдельных обнажений или частей их для иллюстрации общего вида какого-нибудь особенно интересного обнажения, либо особенностей залегания или выклинивания слоев и т. п. (рис. 7). Для тех же целей в ряде случаев могут быть применены краски (акварельные или масляные)

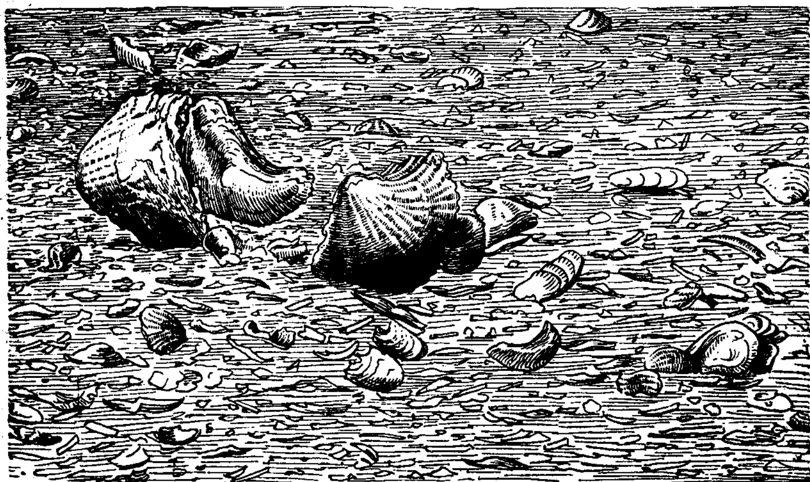


Рис. 6. Устричник, образованный раковинами *Fatina* и *Flemingostrea*. Крупные раковины *Fatina* с обеими створками; створки *Flemingostrea* разрознены. Южная Фергана, р. Исфара. (Полевой рисунок).

и цветные карандаши; краски и цветные карандаши необходимы также для передачи цвета пород (например, пестроцветных толщ).

Карандашные рисунки (черные) делаются графитовым карандашом средней твердости. В тех случаях, когда изображается местность со многими планами, рекомендуется пользоваться двумя или тремя карандашами различной твердости и рисовать наиболее мягким карандашом ближний план, карандашом средней твердости — средний план, а жестким карандашом — дали. Этим простым способом на рисунке хорошо достигается перспектива. Геологическую раскраску отдельных слоев и горизонтов желательно наносить не непосредственно на рисунок, а на накладываемую на него восковку; цвета желательно брать близкими к естественным цветам пород.

Схематические рисунки разрезов, помещаемые в работах, необходимо снабжать значками, изображающими отдельные

систематические группы, роды или виды ископаемых организмов (рис. 8). Эти значки, для лучшего восприятия, должны передавать в схематизированном виде контуры окаменелостей; их необходимо ставить точно против слоев, в которых окаменелости были найдены. Относительное обилие отдельных форм может быть показано различной величиной значков.

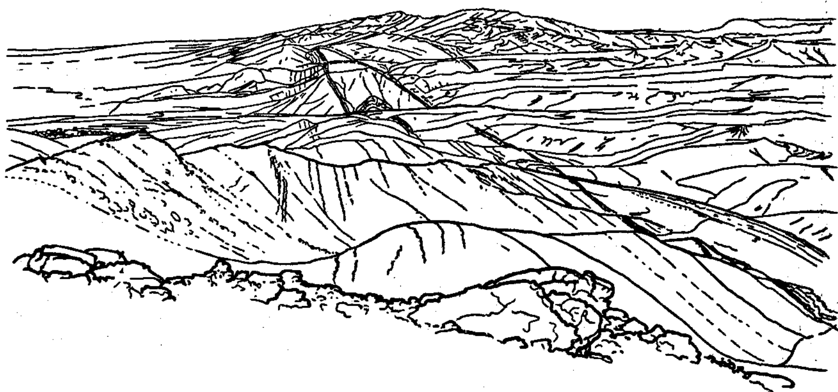


Рис. 7. Обнаженная полоса палеогена и неогена (от алайского до массагетского яруса) в Южной Фергане. (Рисунок по полевой зарисовке).

Из отдельных разрезов составляются профили — схемы распределения осадков, фауны и флоры (со значительным превышением вертикального масштаба над горизонтальным, но с соблюдением относительных расстояний между разрезами).

Таких профилей или схем должно быть три: стратиграфический, литологический и палеоэкологический.

На стратиграфическом профиле выделяются только стратиграфические единицы; они покрываются либо условными красками, либо штриховыми обозначениями, различными для различных горизонтов.

На литологическом профиле внутри стратиграфических подразделений выделяются отдельные слои (пласты пород). Следует стремиться к такому проведению литологического изучения, которое бы позволило выявить диагенетические изменения и восстановить первичный облик осадков. Тогда профиль может быть назван профилем осадков (рис. 9). Состав пород или осадков обозначается либо условными знаками, либо условными красками, при этом последние подбираются близкими к характерной естественной окраске пород.

На палеоэкологическом профиле (рис. 10) на основу, на которой, помимо стратиграфических подразделений, изображены также границы слоев,— значками наносятся находки фауны и флоры. Этими значками (кружки, точки, крестики, лунки, прямые линии, линии под различным наклоном и т. д., или же значки, в схематизированном виде передающие контуры окаменелостей) обозначаются отдельные виды, роды и более крупные систематические группы (или отдельные комплексы форм и биоценозы). Далее, для обозначения форм или групп, различных в экологическом отношении (например, обитателей береговой зоны, зоны более удаленной от берега и т. д.; форм эвригалинных, стеногалинных и т. д.; форм ползающих, зарывающихся, прирастающих и т. д.) — отдельные группы значков даются с различной дополнительной нагрузкой (с точками, с сплошной заливкой) или же различными цветами. Частота нахождения соответствующих организмов в отдельных местах профиля может быть обозначена относительным количеством значков или различной величиной значков.

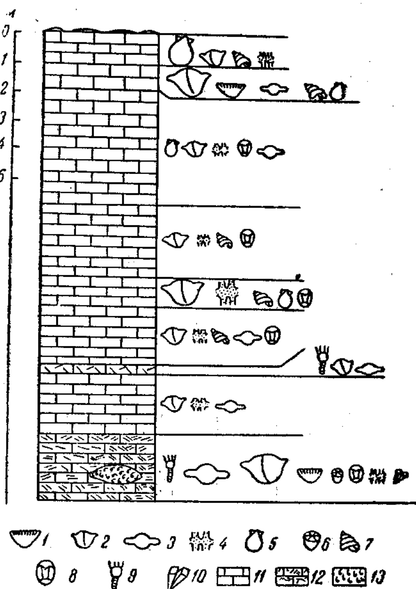


Рис. 8. Схематическое изображение части разреза артинских известняков Косого Камня на р. Юрезани с указанием распределения в нем фауны.

1—колониальные ругозы; 2—брахиоподы; 3—фузулиниды 4—мшанки; 5—пелециподы; 6—одиночные ругозы; 7 гастроподы; 8—трилобиты; 9—морские лилии; 10—табуляты; 11—тонкозернистый известняк; 12—органогенно-обломочный известняк; 13—брахиоподовые банки. Крупные значки обозначают, что соответствующей фауны много, маленькие значки—мало. (Из работы С. В. Максимовой и А. И. Осиповой, 1950).

При составлении и анализе палеоэкологических профилей необходимо считаться, во-первых, с совместным захоронением бентоса, нектона и планктона и, во-вторых, с возможностью захоронения бентоса не на месте его обитания. Второе обстоятельство не играет роли при составлении палеоэкологических профилей (карт и других схем) мелкого масштаба, так как, как правило, трупы и скелеты бентических организмов волнами и донными течениями перемещаются недалеко от мест их обитания. При составлении же полных или частичных (см. ниже) палеоэкологических профилей крупного масштаба

должны быть учтены также и моменты совпадения или несовпадения мест обитания и захоронения.

Профили, показывающие распределение осадков, связанных с ними организмов и их экологических особенностей, называются **ф а ц и а л ь н ы м и п р о ф и л я м и**. При рассмотрении таких профилей особенно ясно выступает связь различ-

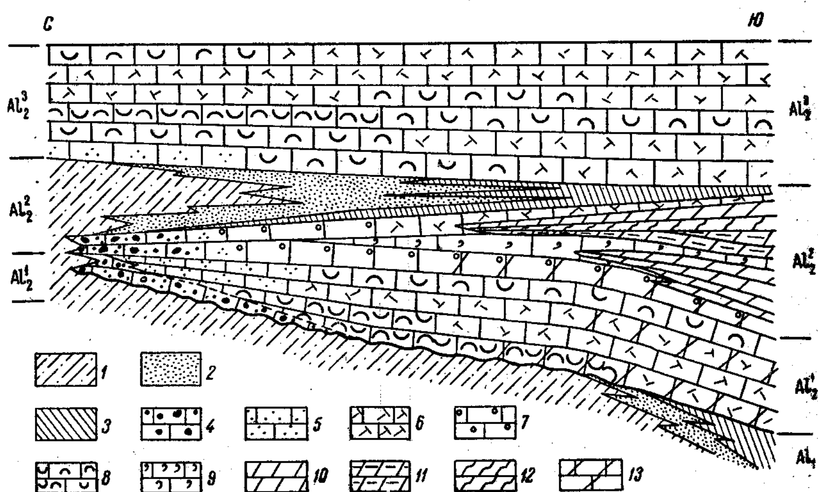


Рис. 9. Схема распределения осадков верхнеалайского времени (Al_2) в северной части Ферганского залива (профиль осадков).

1—красноцветные дельтовые осадки; *2*—пески; *3*—серые и зеленые глинистые илы; *4*—галечники и гравийники с обильным известковым цементом; *5*—песчано-известковые илы; *6*—известковые детритусовые осадки; *7*—оолитовые известковые осадки; *8*—устричники; *9*—ракушники; *10*—доломитовые илы; *11*—глинисто-доломитовые илы; *12*—доломитово-глинистые илы; *13*—доломитизированные известковые осадки.

ных бентических форм и групп организмов с различными осадками (в тех случаях, если они захоронены на месте обитания).

Сделаем некоторые дополнительные замечания к составлению профилей (схем распределения осадков, фауны и флоры). а) В тех случаях, когда стратиграфия проста (профиль охватывает малое число горизонтов), можно обойтись без специального стратиграфического профиля, так как стратиграфическая основа дается и на других профилях. б) Участки на профилях между изученными разрезами могут быть оставлены пустыми или же путем интерполяции заполнены обозначениями. Второе предпочтительнее, однако делать это следует только в том случае, когда для интерполяции имеется достаточно данных. в) В случае, если толща фациально сильно изменчива и ее вертикальный разрез представляет частое чередова-

ние повторяющихся слоев различного состава и различного фаунистического и флористического содержания, профили могут быть схематизированы в том смысле, что внутри отдельных горизонтов такое чередование различных типов пород и соответствующих им комплексов организмов показывается меньшее число раз, чем оно имеет место на самом деле. г) На

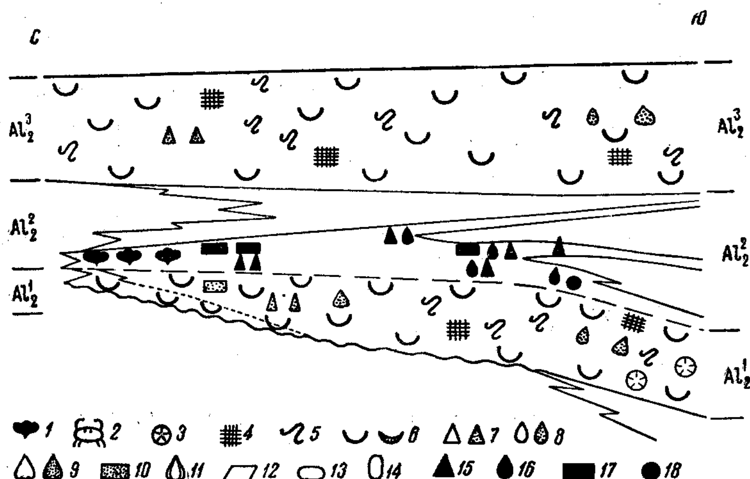


Рис. 10. Схема распределения фауны и флоры верхнеалайского времени (Al_2) в северной части Ферганского залива (палеоэкологический профиль).

1—известковые водоросли; *2*— роющие раки *Callianassa*; *3*—морские ежи; *4*— мшанки; *5*—*Serpula*; *6* —устрицы; *7*—*Turritella*; *8*—*Meretrix* (разные виды); *9*—*Cardita*; *10*—*Panopaea*; *11* —*Cardium*; *12*—*Tellina*; *13*—*Leda*; *14*—*Nucula*; *15*—*Eulima*; *16*—*Meretrix tchangirtaschensis* Liwer.; *17*—*Unio*; *18*—*Diplodonta* aff. *renulata* Desh. Знаки, залитые черным, отмечают обитателей вод с пониженной соленостью. На рис. 10 и 11 знаки, заполненные точками, отмечают эвригалинные формы, а знаки без заполнений—формы, обитавшие в водах нормальной морской солености; на рис. 12 от последних форм не отделены эвригалинные формы,

палеоэкологических профилях, составленных для фациально сильно изменчивых толщ или же для толщ, очень богатых органическими остатками, обилие значков затрудняет прослеживание отдельных органических форм и групп организмов. Поэтому рекомендуется давать, помимо полных профилей, также профили с частичной (выборочной) загрузкой. На таких рисунках показываются лишь отдельные группы организмов или другие палеоэкологические особенности. д) По той же причине при составлении фациальных профилей палеоэкологические данные рекомендуется наносить на восковую бумагу, накладываемую на профиль распределения осадков.

Профили бывают недостаточно наглядны также в тех случаях, когда смена фаций происходила медленно на больших

горизонтальных расстояниях. В таких случаях, в дополнение к фациальным профилям, необходимо давать схемы зонального и фациального распределения фауны и флоры (рис. 11). Такие схемы нагляднее выявляют закономерности в распределении осадков, органических форм и их комплексов на дне ископаемого бассейна и показывают их естественную смену («ряды», «цепи», «гаммы»). На таких рисунках дается полоска последовательной смены осадков от берега (если он может быть установлен) в глубь водоема, с обозначением значками, под каждым «звеном» осадочного

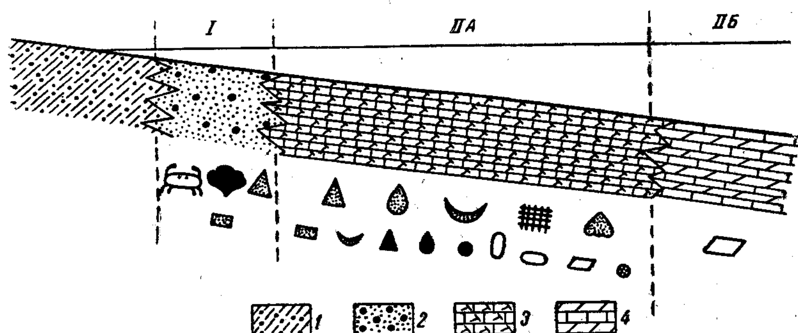


Рис. 11. Схема зонального и фациального распределения фауны и флоры в Ферганском заливе в начале и в конце верхнеалайского времени $\left(Al_2^1\right.$ и $\left.Al_2^3\right)$ палеогеновой эпохи.

I—литоральная зона; *IIА*—верхняя часть мелководной зоны; *IIБ*—нижняя часть мелководной зоны. Горизонтальная линия—уровень моря. *1*—дельтовые красноцветы; *2*—галечники, гравийники и пески с обильным известковым цементом; *3*—детритусовые оолитовые фораминиферовые известковые осадки; устричники, ракушники; *4*—тонкозернистые известковые, доломитово-известковые илы. В верхнем ряду знаков фауны и флоры показаны господствующие группы и формы животных и растений, в нижнем ряду — сопутствующие. Объяснения условных обозначений фауны и флоры даны на рис. 10.

ряда, животных и растений, населявших данную полосу. Значки, изображающие органические формы, можно расположить в два ряда: в верхнем ряду более крупными значками обозначаются преобладающие формы, а в нижнем, более мелкими значками, — формы, играющие в данной фации второстепенную роль. Такие схемы даются для дробных отрезков времени и, в случае наличия фактического материала, для различных частей ископаемого бассейна, для которых они будут разными.

Когда имеющийся материал пригоден для освещения не только одного направления в пространстве (одной «линии профиля»), но также некоторой площади, — в дополнение к профилям литологическому или же профилю осадков, палеоэкологическому и фациальному составляются карты: лито-

логические или же карты осадков, палеоэкологические и фациальные (детальные палеогеографические) карты для отдельных моментов жизни ископаемого бассейна (для отдельных стратиграфических горизонтов или более дробных их подразделений).

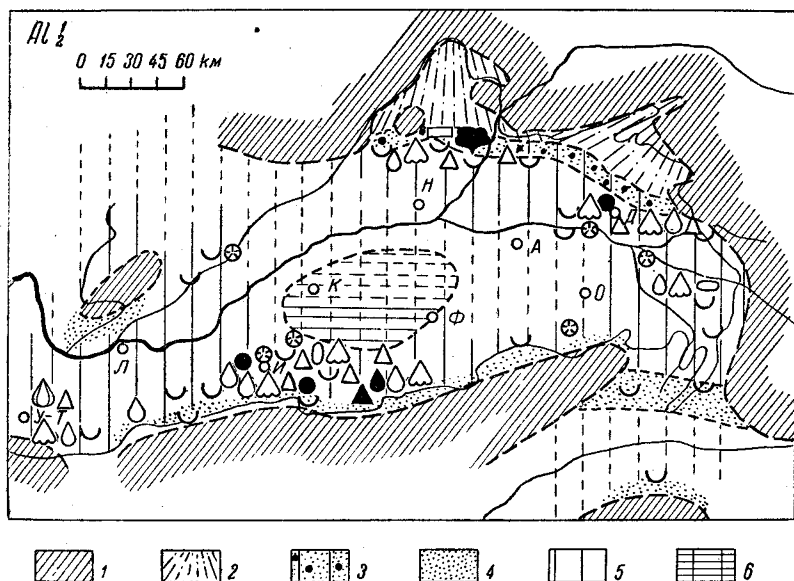


Рис. 12. Схематическая фациальная карта Ферганского залива в начале верхнеалайского времени (Al_2^1) палеогеновой эпохи.

1—суша; *2*—красноцветные дельтовые осадки; *3*—галечники, гравийники и пески с обильным известковым цементом; *4*—алевриты и пески; *5*—разнообразные известковые осадки: детритусовые, ракушечные, устричные, оолитовые, илистые; *6*—тонкие глинисто-известковые и известково-доломитовые илы. Объяснения условных обозначений фауны и флоры даны на рис. 10.

На литологических картах показывается распределение (зональное или более дробное) пород, на картах осадков — распределение осадков ископаемого бассейна, на палеоэкологических картах значками наносится распределение различных форм или групп ископаемых организмов. Фациальные карты (рис. 12) синтезируют наши знания о распределении и взаимосвязи осадков и населения в пределах изученной площади.

Кроме указанных изображений палеоэкологических, литологических, фациальных и других данных и обобщений, могут составляться также и другие схемы [см. работы В. П. Колесникова (1949), Е. А. Ивановой (1947 и 1949), Р. Ф. Геккера и др. (1948)].

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Фотографическая документация полевых наблюдений необходима по той причине, что далеко не всеми исследователями все может быть нарисовано с требуемой точностью и убедительностью; далее, фотографирование отнимает меньше времени, чем рисование и, наконец, фотографический снимок всегда будет более «правдивым», хотя и не всегда более ясным документом, чем рисунок.

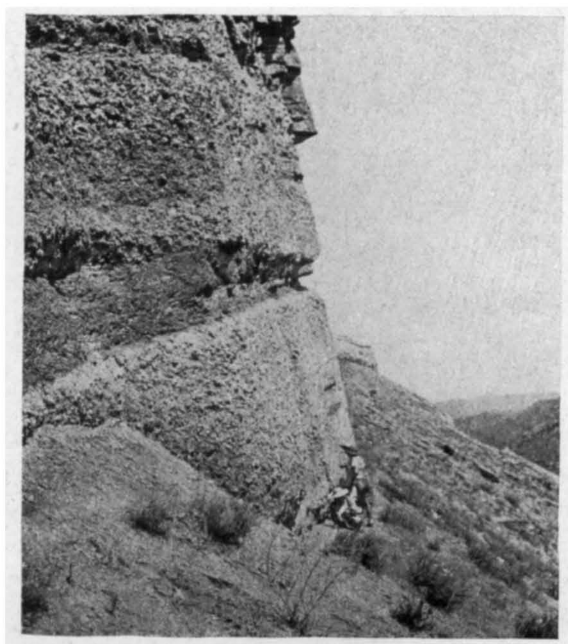
При полевых палеоэкологических исследованиях снимки видов местностей отодвигаются на последний план, обнажения также не будут являться главной темой для фотосъемки. Главное внимание должно быть обращено на фотографическую документацию деталей (интересные части разрезов, вскрываемые обнажениями, характер захоронения окаменелостей, характер поверхностей слоев, покрытых следами ползания животных, сохранившиеся ископаемые биоценозы и т. п.; см. табл. I и II). При этом необходимо помнить, что фотография дает хорошие результаты в случае достаточной оттененности рельефа снимаемого объекта, поэтому нерельефные предметы лучше рисовать.

Детали, интересные в палеоэкологическом отношении, должны сниматься с тем расчетом, чтобы отчетливо выступало то, что желательно показать, и чтобы при малом фокусном расстоянии (при близкой съемке), в фокусе находились как сами объекты (окаменелости и др.) на всем их протяжении, так и их фон. Для этого бывает выгоднее изготовить более мелкий снимок с несколько более далекого расстояния для последующего увеличения.

Фотоснимок детали или обнажения должен сопровождаться схематической зарисовкой в полевой книжке. На зарисовке выделяются отдельные экземпляры окаменелостей, границы слоев, наносятся их номера и т. п.; здесь же отмечаются размеры снимаемых объектов.

Помещение «для масштаба» рядом с объектом, интересным в палеоэкологическом отношении, метра, молотка или иного предмета полевого снаряжения нежелательно, так как снимок имеет целью способствовать воспроизведению в воображении зрителя обстановки жизни вымерших организмов и образования ископаемого осадка. Посторонние же предметы, прихваченные съемкою, служат этому лишь помехой. Рекомендуется замерить снимаемый объект, чтобы затем в подписи к фотографии проставить величину уменьшения.

Полевые фотоснимки различных планов



1. Обнажение с мощными слоями устричников, образованных раковинами *Fatina*. Туркестанский ярус палеогена в Северной Фергане.



2. Устричник из раковин *Turkostrea turkestanensis* Rom. различной величины, ориентировки и цельности. Алайский ярус палеогена в Юго-западной Фергане.



Банка, образованная раковинами *Gigantoproductus giganteus* (Mart.) с раковинами, сохранившимися с обеими створками в прижизненном положении. Нижний карбон. Стена карьера у д. Баранова Гора в верховьях Волги.

ЛИТЕРАТУРА

Вассоевич Н. Б. 1953. О некоторых флишевых текстурах. Труды Львовск. геол. общ., геол. сер., вып. 3.

Варсанофьева В. А. и Геккер Р. Ф. 1951. Охрана памятников неживой природы. Изд. Всероссийск. общ. охр. природы.

Геккер Р. Ф. 1928. Палеобиологические наблюдения над нижнесилурийскими беспозвоночными, 1, «Ежегодн. Русск. Палеонт. общ.», т. VII (1927).

Геккер Р. Ф. 1933. Положения и инструкция для исследований по палеоэкологии. Изд. Сев.-Зап. Геол.-развед. треста.

Геккер Р. Ф. 1935. Жизнь в девонском море. Изд. Палеонт. музея АН СССР.

Геккер Р. Ф. 1935. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонской фауны и флоры Главного девонского поля. (Очерки по этологии и экологии населения палеозойских морей Русской платформы, 1). «Труды Палеозоол. ин-та АН СССР», т. IV.

Геккер Р. Ф. 1938. К постановке палеоэкологического изучения нижнего карбона Ленинградской области. Матер. по регион. и прикладн. геологии Лен. обл. и Карельск. АССР, сб. № 2, Изд. Лен. геол. треста.

Геккер Р. Ф. 1940. Работы карбоновой палеоэкологической экспедиции 1934—1936 гг. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. IX, вып. 4.

Геккер Р. Ф. 1941. Отложения, фауна и флора Главного девонского поля, в «Фауне Главного девонского поля, 1». Изд. Палеонт. ин-та АН СССР.

Геккер Р. Ф. 1948. Примеры палеоэкологического изучения осадочных толщ. Литологич. сборник, 1. Изд. ВНИГРИ.

Геккер Р. Ф. 1948. Очередные проблемы палеоэкологии. «Бюлл. МОИП», нов. сер., т. XL, отд. геол., т. XXIII, вып. 3.

Геккер Р. Ф. 1954. Сопоставление разрезов восточной и западной половин Главного девонского поля и основные черты экологии его фауны и флоры. «Изв. АН СССР», сер. геол., № 4.

Геккер Р. Ф. и Мерклин Р. Л. 1946. Об особенностях захоронения рыб в майкопских глинистых сланцах Северной Осетии. «Изв. АН СССР», отд. биол. наук, № 6.

Геккер Р. Ф., Рябинин А. Н., Раммельмейер Е. С. и Филиппова М. Ф. 1948. Ископаемое юрское озеро в хребте Кара-Тау. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XV, вып. 1.

Геккер Р. Ф. и Осипова А. И. 1951. К вопросу о состоянии и развитии советской литологии. «Изв. АН СССР», сер. геол., № 3.

Давиташвили Л. Ш. 1937. К истории и экологии моллюсковой фауны морских бассейнов нижнего плиоцена (мэотис — нижний понт). «Проблемы палеонтологии», т. II—III.

Давиташвили Л. Ш. 1948. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. Изд. Инст. истор. естеств. АН СССР.

Ефремов И. А. 1950. Тафономия и геологическая летопись. Книга 1. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XXIV.

Иванова Е. А. 1947. Биостратиграфия среднего и верхнего карбона Подмосковной котловины. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XII, вып. 1.

Иванова Е. А. 1949. Условия существования, образ жизни и история развития некоторых брахиопод среднего и верхнего карбона Подмосковной котловины. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XXI.

Иванова Е. А. 1953. Детальное сопоставление морских отложений по фауне. Матер. палеонтол. совещ. по палеозою 14—17 мая 1951 г. Изд. Палеонт. ин-та АН СССР.

Колесников В. П. 1949. О некоторых проблемах палеонтологии. «Бюлл. МОИП», нов. сер., т. XLIV, отд. геол., т. XXIV, вып. 3.

Коробков И. А. 1947. Анализ фауны моллюсков нефтеносной майкопской свиты. «Вестн. Ленингр. ун-та», № 5.

Коробков И. А. 1950. Введение в изучение ископаемых моллюсков. Изд. Инст. земной коры ЛГУ.

Королюк И. К. 1952. Подольские толтры и условия их образования. «Труды Ин-та геол. наук АН СССР», вып. 110, геол. серия (56).

Максимова С. В. и Осипова А. И. 1950. Опыт палеоэкологического исследования верхнепалеозойских терригенных толщ Урала. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XXX.

Мерклин Р. Л. 1949. К познанию палеоэкологии моллюсковой фауны верхнетарханских (спириалисовых) глин Керченского полуострова. «Изв. АН СССР», сер. геол., № 6.

Мерклин Р. Л. 1950. Пластинчатожаберные спириалисовых глин, их среда и жизнь. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XXVIII.

Раузер-Черноусова Д. М. 1950. Фации верхнекаменноугольных и артинских отложений Стерлитамакско-ишимбайского Приуралья (на основе изучения фузулинид). «Труды Инст. геол. наук АН СССР», вып. 119, геол. серия (43).

Сарычева Т. Г. 1949. Морфология, экология и эволюция подмосковных каменноугольных продуктид (роды *Dictyoclostus, Pugilis* и *Antiquatonia*). «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XVIII.

Сарычева Т. Г. 1949. О прижизненных повреждениях раковин каменноугольных продуктид. «Труды Палеонт. ин-та АН СССР», т. XX.

Соколов Б. С. 1948. Комменсализм у фавозитид. «Изв. АН СССР», сер. биол., № 1.

Форш Н. Н. 1951. Палеоэкологические закономерности распределения фауны казанского времени в Среднем Поволжье. «Геолог. сборник», 1.

Форш Н. Н. 1951. Стратиграфия и фации казанского яруса Среднего Поволжья. Сб. «Геология Поволжья». «Тр. ВНИГРИ», нов. сер., вып. 45.

Яковлев Н. Н. 1926. Явления паразитизма, комменсализма и симбиоза у палеозойских беспозвоночных. «Ежегодн. Русск. Палеонт. общ.», т. IV (1922—1924).

Яковлев Н. Н. 1927. О древнейших сверлящих гастроподах. «Ежегодн. Русск. Палеонт. общ.», т. VI (1926).

Яковлев Н. Н. 1952. Организм и среда. «Журн. общ. биол.», т. XIII, № 2.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения 3
Задачи и методы 5
Полевые наблюдения 17
Сборы 22
Графические изображения 24
Фотографическая документация 34
Литература 35

Утверждено к печати
Палеонтологическим институтом
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *К. Б. Кордэ*
Технический редактор *Г. А. Астафьева*
Корректор *Н. Н. Певцова*

*

РИСО АН СССР № 80-30Р. Т-08557. Издат. № 850.
Тип. заказ № 256. Подп. к печ. 20/XII 1954 г.
Формат бум. $60 \times 92^1/_{16}$. Бум. л. 1,25 + 1 вкл.
Печ. л. 2,5 + 1 вкл.
Уч.-издат. 2,40+0,1 л. вкл. Тираж 2000.

Цена по прейскуранту 1952 г. 1 р. 75 к.

3-я тип. Издательства Академии Наук СССР.
Москва, Савельевский пер., 13